

**PLASMA ETCHING METHOD**

Patent Number: JP52087985  
Publication date: 1977-07-22  
Inventor(s): ABE HARUHIKO; others: 01  
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
Requested Patent: JP52087985  
Application Number: JP19760004738 19760119  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L21/302  
EC Classification:  
Equivalents: JP1101862C, JP56045291B

**Abstract**

**PURPOSE:**To perform perfect etching with good dimensional accuracy and without residual film by performing etching with gas plasmas containing activated halogen.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

公開特許公報

昭52—87985

③Int. Cl.  
H 01 L 21/302

識別記号

④日本分類  
99(5) C 3

庁内整理番号  
7113—57

⑤公開 昭和52年(1977)7月22日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑥プラズマエッチング法

⑦発明者 西岡久作

伊丹市瑞原4丁目1番地三菱電機株式会社北伊丹製作所内

⑧特 願 昭51—4738

⑨出 願 昭51(1976)1月19日

⑩出 願 人 三菱電機株式会社

⑪発明者 阿部東彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

尼崎市南清水字中野80番地三菱電機株式会社中央研究所内

⑫代理人 弁理士 葛野信一

明 細 書

1. 発明の名称

プラズマエッチング法

2. 特許請求の範囲

- (1) ハロゲン化物を含有する希ガスを導入ガスとしてプラズマ発生管に導入し、上記導入ガスに高周波電力を印加して活性化ハロゲンを含むガスプラズマを発生させ、上記ガスプラズマにより被処理物をエッチングすることを特徴とするプラズマエッチング法。
- (2) ハロゲン化物が塩素を構成成分とするハロゲン化物であり、被処理物がアルミニウムまたはアルミニウム化合物であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のプラズマエッチング法。
- (3) アルミニウム化合物が酸化アルミニウムまたは窒化アルミニウムであることを特徴とする

化炭素であることを特徴とする特許請求の範囲第2項または第3項記載のプラズマエッチング法。

- (4) ハロゲン化物が塩素を構成成分とするハロゲン化物およびフッ素を構成成分とするハロゲン化物であり、被処理物がシリコンを含むアルミニウムまたはシリコンを含むアルミニウム化合物であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のプラズマエッチング法。
- (5) アルミニウム化合物が酸化アルミニウムまたは窒化アルミニウムであることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載のプラズマエッチング法。
- (6) 塩素を構成成分とするハロゲン化物が四塩化炭素であることを特徴とする特許請求の範囲第5項または第6項記載のプラズマエッチング法。

のプラズマエッチング法。

### 3. 発明の詳細な説明

この発明は、アルミニウム、アルミニウム化合物のプラズマエッチング法に関するものである。半導体素子や半導体集積回路においては、電極および配線用材料としてアルミニウムまたはシリコンを含むアルミニウム（以下、「アルミニウム」と総称する）が広く使われている。アルミニウムは、電子ビーム加熱蒸着法、抵抗加熱蒸着法あるいはスパッタリング法などによつて半導体基体上に約1～1.2 $\mu$ の厚さの膜として蒸着される。半導体基体表面上に蒸着されたアルミニウム膜は、半導体素子あるいは半導体集積回路の製造工程の中の写真製版工程においてエッチングされ、半導体基体表面に電極および配線に相当するアルミニウムの複雑でしかも微細なパターンが形成される。このアルミニウムのエッチングの際に使われるエッチングマスクとしては、各種の感光性樹脂皮膜が広く使われている。感光性樹脂皮膜をエッチングマスク

としたアルミニウムのエッチングには、従来、主にリン酸、酢酸、硝酸および水からなる混合溶液が使用されてきた。リン酸、酢酸、硝酸の混合溶液にアルミニウムを侵蝕し、アルミニウムの微細パターンを半導体基体表面に形成するいわゆる湿式エッチング法においては、アルミニウムと溶液を構成する酸との化学反応によつてガスを発生する。このガスは、溶液中においては気泡状態になつており、しかもアルミニウム表面に付着する。すなわち、アルミニウムの一部は気泡によつて覆われていることとなる。このアルミニウム表面への気泡の付着の状況、例えば付着時間の長短は、溶液の粘度や組成などによつて多少の差があるが、溶液を用いる限り、気泡の発生と気泡の付着を全く無くすることは、非常に難しい。この気泡が付着しているアルミニウム面は、溶液と接触しにくいのでエッチングされにくく、完全にはエッチング除去されないため残膜が生じる。このアルミニウムの残膜は、アルミニウム配線相互の短絡

(3)

による回路の動作不良の原因ともなる。湿式エッチング法においては、アルミニウム残膜の発生を完全におさえることは困難である。通常の半導体素子や半導体集積回路の製造工程においては、一定時間半導体基体を溶液に侵蝕してアルミニウムのパターンを形成した後、目視検査で上記アルミニウムの残膜の有無を検査し、もし残膜が発生している場合には、更に一定時間の追加エッチングを行い、アルミニウム残膜を基体表面から完全に除去してアルミニウム配線相互の短絡を防止する。ところが、この追加エッチングは、前のエッチングで所定の寸法にエッチングされたアルミニウムに対しては明らかに過剰エッチングとなり、よく知られたアンダカット効果も著しくなり、アルミニウムパターンの寸法を著しく変化させ寸法精度の低下をきたす。溶液によるエッチングにおいては、

(4)

半導体素子や半導体集積回路が動作不良を起したり、その信頼性を低下させることがしばしば起る。また、アルミニウム膜と、例えば酸化シリコン膜との断差間にしみこんだ溶液を給水を用いた水洗法などによつて完全に除去することは極めて困難である。この残留溶液が半導体素子や半導体集積回路の動作不良の原因となることは広く知られている。一方、さきに述べた溶液中でアルミニウムの表面に付着する気泡の大きさによつて、溶液侵蝕法によつてエッチング可能な最小アルミニウム配線間隔が決まる。従来の湿式エッチング法では、5 $\mu$ 間隔以下のアルミニウムパターンを形成することは容易でない。さらに、溶液エッチング法は、作業工程が複雑であり、廃液処理に高価な設備を必要とし、作業者の安全確保の面からも多くの欠点を含んでいる。

できる気相エッチング法を提供することを目的としたものである。

以下、この発明を実施例により説明する。

まず、この発明によるプラズマエッチング法を実施するためのガスプラズマ処理装置の一例を図に示す概念図により説明する。

図において、(1)は被処理物を収容し内部にてガスプラズマが発生させられるガラス製のプラズマ発生管、(2)はプラズマ発生管(1)の被処理物出し入れ口用のガラス製蓋、(3)はプラズマ発生管(1)と蓋(2)との間に挿入された真空保持用のオーリング、(4)はプラズマ発生用ガスをプラズマ発生管の内部に導入するためのガス導入管、(5)はガス導入管の閉閉用コック、(6)はガス導入管(4)よりプラズマ発生管(1)へプラズマ発生用ガスが噴出するガス噴出口、(7)はプラズマ発生管(1)の内部を排気するための真空ポンプ、(8)はプラズマ発生管へ導入されたガスに高周波電力を印加するための高周波電力印加用電極、(9)は被処理物を一定間隔で配置するためのガラス製支持

台、(10)は被処理物が被覆された半導体基体である。半導体基体(10)の表面に被処理物であるアルミニウムの微細画像をこの発明によるプラズマエッチング法で形成する場合には、アルミニウム表面に感光樹脂皮膜パターンがエッチングマスクとして形成されている。

次に、この発明の第1の実施例について述べる。

プラズマ発生管(1)の中に上記のようにアルミニウム(この実施例ではシリコンを含まないアルミニウムを用いる。)が被覆された半導体基体(10)を収容してガラス製蓋(2)を閉める。

次に、排気用真空ポンプ(7)を動作させてプラズマ発生管(1)の中の空気を0.1Torr以下まで排気する。このときプラズマ発生管(1)とガラス製蓋(2)との間の真空保持はオーリング(3)でおこなう。プラズマ発生管(1)内の残留ガス圧が所定の値に達した後、ガス導入管(4)に接続している閉閉用コック(5)を開き、ガス導入管(4)、ガス噴出口(6)を通して塩素を構成成分とするハロゲン化物、

(7)

例えば四塩化炭素を含有するアルゴンなどの希ガスをプラズマ発生管(1)内に導入する。この場合の四塩化炭素を含有する希ガスは、液状の四塩化炭素のはいつた容器にアルゴンなどの希ガスをキャリアガスとして注入してバブリングさせて生成し、プラズマ発生管(1)に接続されているガス導入管(4)に注入する。ガスの組成比は、キャリアガスの量や四塩化炭素の液温を変化させることにより、適当に調整できる。

プラズマ発生管(1)内のガス圧を所定の値に保つた後、高周波電力印加用電極(8)に数十～数百Wの高周波電力を印加してガスプラズマをプラズマ発生管(1)内に発生させる。このガスプラズマ中には塩素を構成成分とするハロゲン化物、例えば四塩化炭素の解離、塩素イオンの再結合などにより、多数の活性化塩素が存在する。この活性化塩素は、アルミニウムと反応して塩素

(8)

印加高周波電力を300Wとすると、アルミニウムは毎分約600Åの割合でエッチングされる。すなわち、半導体素子や半導体集積回路で用いられる12μm程度の厚さのアルミニウム膜は約20分程度でエッチングされる。このプラズマエッチングの間、1μm程度の膜厚のポジ型またはネガ型の感光性樹脂はエッチングマスクとして十分作用する。一方、プラズマ中に存在する不活性なアルゴンはアルミニウムと反応する活性化塩素の安定な発生をいろいろな衝突過程を通じて促進したり、塩素ラジカルとアルミニウムとの反応を促進する一種の触媒的な作用をすると考えられる。さらに、塩素を構成成分とするハロゲン化物、例えば四塩化炭素とアルゴンなどの質量の大きい希ガスとの混合ガスプラズマによつて酸化アルミニウムや窒化アルミニウムなどのアルミニウム化合物もエッチングア

プラズマ発生管(1)内のガス圧を所定の値に保つた後、

塩素が触媒としてアルミニウムとなり直接ガス

プラズマ中の活性化塩素と反応して気体状の塩化アルミニウム  $\text{AlCl}_3$  を生成するものと思われる。従つて、同一のプラズマ発生条件のもとでは、酸化アルミニウムや窒化アルミニウムのエッチング速度はアルミニウムのエッチング速度より小さい。次に、この発明の第2の実施例について説明する。この第2の実施例においては、半導体基体に被覆されている被処理物がシリコンを含むアルミニウムであり、プラズマ発生管(1)に導入するガスが塩素を構成成分とするハロゲン化物およびフッ素を構成成分とするハロゲン化物を含有する希ガスである点が第1の実施例とは異なる。

シリコンを含むアルミニウムが被覆された半導体基体(4)をプラズマ発生管(1)に収容した後、排気用真空ポンプ(7)を動作させて、プラズマ発生管(1)の中の空気を0.1Torr以下まで排気した後、塩素を構成成分とするハロゲン化物およびフッ素を構成成分とするハロゲン化物を含有する希ガスをプラズマ発生管(1)内に導入する。

## (III)

の混合ガスプラズマを用いることにより、アルミニウムとシリコンとを同時にエッチングすることができるため、シリコンを含むアルミニウムも容易にエッチングすることができる。エッチングの速さはプラズマ発生条件によつて変化するが、例えば、プラズマ発生管(1)内のガス圧を約0.3 Torrに保ち、印加高周波電力を300 Wとすると、シリコンを含むアルミニウムは毎分約600 Åの割合でエッチングされる。このような混合ガスプラズマでシリコンを含むアルミニウム膜の微細加工する場合には、通常、ポジ型およびネガ型の感光性樹脂をエッチングマスクとして使用することができる。

さらに、塩素を構成成分とするハロゲン化物、例えば四塩化炭素、フッ素を構成成分とするハロゲン化物、例えば四フッ化炭素および希ガス、例えば窒素、酸素、水素などの混合ガスによ

りプラズマ発生管(1)の中のガス圧が所定の値に達したのち、高周波電力印加用電極(8)に数十〜数百Wの高周波電力を印加して、ガスプラズマをプラズマ発生管(1)中に発生させる。このガスプラズマの中には、第1の実施例と同じように、多数の活性化塩素が存在している。さらに、含有されている四フッ化炭素の解離、フッ素イオンの再結合、フッ素と他の粒子との衝突などにより多数の活性化フッ素が存在する。この活性化塩素や活性化フッ素の安定な発生には、いろいろな衝突過程を通じてアルゴンなどの不活性原子が重要な役割を果たしている。このように活性化塩素と活性化フッ素を含むガスプラズマ中におかれたアルミニウムは、活性化塩素と反応して気体状の反応生成物、すなわち塩化アルミニウム  $\text{AlCl}_3$  を作り、エッチングされる。さらにアルミニウム中に含まれるシリコン成分は、活性化フッ素と反応して気体状の反応生成物、すなわち四フッ化シリコン  $\text{SiF}_4$  を作るため、シリコンもエッチング除去される。従つて、上記

## (II)

エッチングすることができる。その理由は、第1の実施例の場合と同様である。

なお、塩素を構成成分とするハロゲン化物としては、主に四塩化炭素が用いられる。フッ素を構成成分とするハロゲン化物も主に四フッ化炭素が用いられるが、その他にも、R-12( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ )、R-13( $\text{CF}_2\text{Cl}$ )、R-22( $\text{CHF}_2\text{Cl}$ )などの使用も可能である。

以上詳述したように、この発明によるプラズマエッチング法においては、塩素を構成成分とするハロゲン化物、フッ素を構成成分とするハロゲン化物などのハロゲン化物を含有する希ガスを導入ガスとしてプラズマ発生管に導入し、高周波電力を印加して活性化塩素、活性化フッ素などを含有するガスプラズマを発生させ、このガスプラズマにより、アルミニウム、アルミニウム合金やシリコンを含むアルミニウム、

などのシリコンを含むアルミニウム合金をエッチングする。

被処理物のエッチング速度は、上述の被処理物の種類、エッチング条件、プラズマ発生管の構造などによって異なる。

もなく、完全にエッチングすることができる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

図は、この発明によるプラズマエッチング法を実施するためのプラズマ処理装置の一例の断面を示す概念図である。

図において、(1)はプラズマ発生管、(2)はガラス製蓋、(3)はオーリング、(4)はガス導入管、(5)は開閉用コック、(6)はガス噴出口、(7)は真空ポンプ、(8)は高周波電力印加用電極、(9)はガラス製支持台、(10)は半導体基体である。

代理人 葛 野 信 一

